This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

A propos de ce livre

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

Consignes d'utilisation

Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

Nous vous demandons également de:

+ *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.

+ *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.

+ *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.

+ *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

À propos du service Google Recherche de Livres

En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le français, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse `http://books.google.com`

Tissandier, Gaston.

Application de l'électricité à la navigation aérienne.

TL654
T55A5

B 370

GASTON TISSANDIER

APPLICATION DE L'ÉLECTRICITÉ
A LA NAVIGATION AÉRIENNE

L'AÉROSTAT ÉLECTRIQUE A HÉLICE
DE MM. ALBERT ET GASTON TISSANDIER

Premier essai de l'aérostat dirigeable électrique, le 8 octobre 1883 (500 mètres d'altitude).

NOTE PRÉSENTÉE A LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT LE 11 JANVIER 1884

(Extrait du *Bulletin de la Société d'encouragement.*)

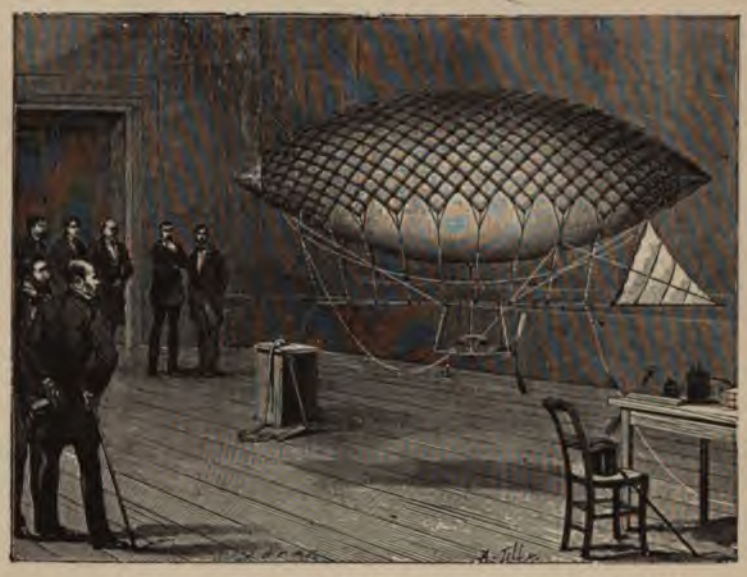
PARIS
IMPRIMERIE JULES TREMBLAY
Madame Veuve TREMBLAY, née Bouchard-Huzard, successeur
RUE DE L'ÉPERON, 5.
1884

TL 654
T55A5

GASTON TISSANDIER

APPLICATION DE L'ÉLECTRICITÉ
A LA NAVIGATION AÉRIENNE

L'AÉROSTAT ÉLECTRIQUE A HÉLICE
DE MM. ALBERT ET GASTON TISSANDIER



Le petit aérostat électrique de l'Exposition d'électricité en 1881.

NOTE PRÉSENTÉE A LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT LE 11 JANVIER 1884

(Extrait du *Bulletin de la Société d'encouragement.*)

PARIS
IMPRIMERIE JULES TREMBLAY
Madame Veuve TREMBLAY, née Bouchard-Huzard, successeur
RUE DE L'ÉPERON, 5.
1884

743835

STANFORD LIBRARY

APPLICATION DE L'ÉLECTRICITÉ

A LA NAVIGATION AÉRIENNE

PAR

M. GASTON TISSANDIER

L'aérostat electrique à hélice de MM. Albert et Gaston Tissandier.

Dès les débuts de l'aéronautique, à la fin même du siècle dernier, on a songé à construire des aérostats de forme allongée, munis de propulseurs qui devaient donner au navire aérien la faculté de fendre l'air, comme un bateau sous-marin peut fendre l'eau à courant contraire. Si l'idée est venue à l'esprit des inventeurs, les moyens de l'exécuter faisaient absolument défaut, et il y aurait injustice à se moquer des premiers essais d'une science en enfance et à tourner en dérision, par exemple, la godille et les rames aériennes expérimentées, en 1784, par les frères Robert et le duc de Chartres. Les expérimentateurs ne pouvaient faire autre chose que ce qu'ils ont fait, n'ayant à disposer comme force motrice que du moteur humain, absolument insuffisant. La machine à vapeur n'existait pas encore à l'état d'engin pratique, et l'hélice, que l'on peut appeler le propulseur par excellence, était inconnue.

Quand la création des chemins de fer eut vulgarisé l'emploi des machines à vapeur, un jeune mécanicien, que son génie devait plus tard élever au rang des plus grands inventeurs, notre regretté maître et ami Henri Giffard, construisit, en 1852, le premier navire aérien à vapeur. Son aérostat allongé, était actionné par une hélice à deux palettes planes, qu'une petite machine très légère, à grande pression, avec chaudière à flamme renversée, mettait en mouvement. Le jeune inventeur s'éleva seul, dans son navire aérien à vapeur et, aux yeux de nombreux spectateurs, il se dévia, pour la première fois, de la ligne du vent. Cette magnifique expérience a été renouvelée par M. Dupuy de Lôme, qui, en 1872, construisit son grand aérostat à hélice, gonflé d'hydrogène pur et actionné par un propulseur de 6 mètres de diamètre, que sept hommes mettaient en mouvement dans la nacelle.

Pourquoi M. Dupuy de Lôme, le constructeur des premiers navires cuirassés dont la machine à vapeur est l'organe essentiel, a-t-il, après Giffard, banni la vapeur d'un aérostat allongé? Parce qu'il a redouté, non sans motifs sérieux, l'association de ces deux appareils : la chaudière, qui exige du feu, et le ballon, qui est rempli d'un gaz essentiellement inflammable. En outre, le moteur à vapeur n'est pas un système à

poids constant; en brûlant, le combustible qui lui donne l'énergie se transforme en produits gazeux, qui se dégagent et se dispersent dans l'atmosphère; la vapeur d'eau se volatilise, l'appareil en fonctionnant, diminue constamment de poids. Or, l'aérostat, quand il est bien équilibré dans l'air, s'élève facilement par les plus petites pertes de poids et, pour compenser l'ascension due à la consommation du combustible, il faudrait laisser échapper du gaz, c'est-à-dire réduire la durée du séjour dans l'atmosphère.

Danger du feu, perte de poids, tels sont les inconvénients de la machine à vapeur au point de vue de la navigation aérienne.

L'aérostation exige un moteur léger qui fonctionne sans feu et qui travaille à poids constant.

Les moteurs dynamo-électriques réalisent admirablement ces conditions multiples. Aussitôt qu'ils ont paru dans le domaine de la pratique, élevé à l'école de Giffard, j'ai songé à continuer l'œuvre du maître et à appliquer l'électricité à la propulsion d'aérostats allongés.

J'ai commencé à étudier le problème en petit en 1881, et j'ai construit pour l'Exposition d'électricité un modèle d'aérostat allongé muni d'un minuscule moteur dynamo-électrique construit tout exprès et avec art par M. G. Trouvé. Ce petit moteur pesait 220 grammes. Il actionnait, par l'intermédiaire d'une transmission, une hélice à palettes de soie de $0^{m},40$ de diamètre. Le générateur d'électricité était formé de deux ou trois couples secondaires, que mon cher et savant ami Gaston Planté m'avait confiés; ces petites piles secondaires ne pesaient que 500 grammes chacune. Pendant l'Exposition d'électricité, le ballon fonctionnait attaché à un manège et gonflé d'air; mais pour le jour de l'inauguration il avait été rempli d'hydrogène, et sa force ascensionnelle avait été calculée de telle sorte qu'il pût enlever son moteur et sa batterie. Sa vitesse de translation, dans un air calme, atteignait environ 3 mètres à la seconde, et, dans ces conditions, le travail fourni sur l'arbre de l'hélice était de 1 kilogrammètre.

Ces essais faits en petit étaient encourageants. Ils me décidèrent à entreprendre des expériences en grand dans un ballon monté, essayé à l'air libre et par temps calme.

Mon frère et mon compagnon de voyages aériens, Albert Tissandier, joignit alors ses efforts aux miens, et c'est à frais communs que nous avons résolu de construire un aérostat électrique capable de nous élever dans l'atmosphère et devant être expérimenté par temps calme.

Je me suis attaché à la construction d'une batterie de piles au bichromate de potasse, après avoir constaté par plusieurs expériences que ces piles, bien combinées, pouvaient remplacer avantageusement les accumulateurs dans le cas présent; je me suis occupé de la confection du moteur dynamo-électrique qui a été exécuté par la maison Siemens, de Paris, et de la construction d'un appareil à gaz hydrogène, à grand débit. Mon frère, de son côté, a mis à profit ses connaissances d'architecte pour

étudier et construire l'aérostat allongé proprement dit, avec sa housse de suspension et sa nacelle. Nos essais et nos constructions ont été faits, pour la plupart, dans l'atelier aérostatique que nous avons organisé à Paris-Auteuil (1).

Il me reste maintenant à décrire l'expérience que nous avons exécutée mon frère et moi dans le premier aérostat dirigeable électrique.

L'aérostat électrique (fig. 1, 2 et 3) a une forme semblable à celle des ballons de M. Giffard et de M. Dupuy de Lôme. Il a 28 mètres de longueur de pointe en pointe et 9m,20 de diamètre au milieu. Il est muni, à sa partie inférieure, d'un cône d'appendice terminé par une soupape automatique; le tissu est formé de percaline, rendue imperméable par un nouveau vernis d'excellente qualité (2). Le volume du ballon est de 1 060 mètres cubes.

La housse de suspension est faite à l'aide de rubans cousus à des fuseaux longitudi-

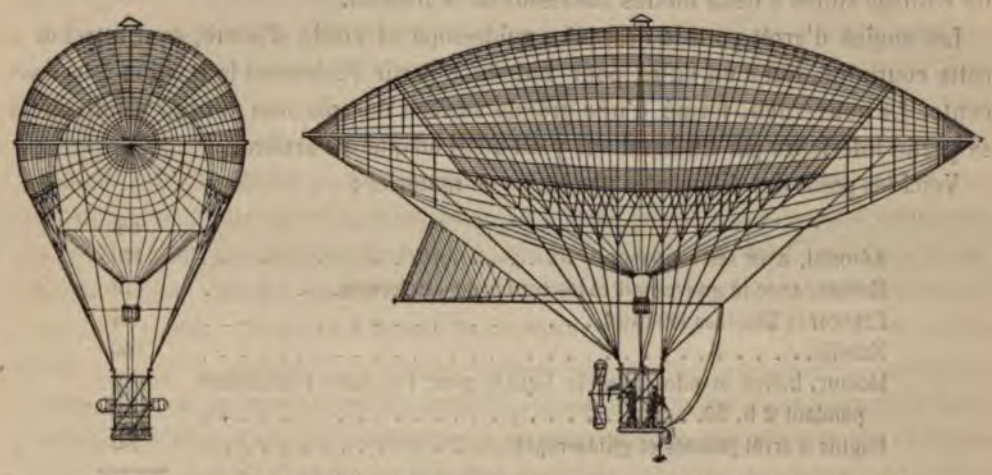


Fig. 1 et 2. — Le ballon dirigeable électrique vu par la pointe de l'avant et de côté.

naux, qui les maintiennent dans la position géométrique qu'ils doivent occuper; les rubans, ainsi disposés, s'appliquent parfaitement sur l'étoffe gonflée et ne forment aucune saillie, comme le feraient les mailles d'un filet.

La housse de suspension est fixée sur les flancs de l'aérostat, à deux brancards latéraux flexibles, qui en épousent complètement la forme, de pointe en pointe, en passant par l'équateur, et empêchent toute déformation du système. Ces brancards sont

(1) L'aérostat a été construit sous la direction et sur les plans de M. Albert Tissandier dans les ateliers de M. H. Lachambre, à Vaugirard. — Les expériences relatives à l'électricité et à la construction des piles, ont été exécutées dans l'atelier d'Auteuil. — Mon ami M. Ed. Hospitalier, m'a apporté dans le cours de ces recherches, le concours de ses connaissances techniques, et je suis heureux de lui adresser ici tous mes remerciements.

(2) Ce produit est préparé par M. Arnoul, fabricant de vernis à Saint-Ouen-l'Aumône.

formés de minces lattes de noyer adaptées à des bambous sciés longitudinalement; ils sont consolidés par des lanières de soie. A la partie inférieure de la housse, des pattes d'oie se terminent par vingt cordes de suspension, qui s'attachent par groupe de cinq aux quatre angles supérieurs de la nacelle.

La nacelle a la forme d'une cage. Elle a été construite à l'aide de bambous assemblés, consolidés par des cordes et des fils de cuivre recouverts de gutta-percha. La partie inférieure de la nacelle est formée de traverses en bois de noyer qui servent de support à un fond de vannerie d'osier; les cordes de suspension enveloppent entièrement la nacelle; elles sont tressées dans la vannerie inférieure et ont été préalablement entourées d'une gaine de caoutchouc qui, en cas d'accident, les préserverait du contact du liquide acide contenu dans la nacelle pour alimenter les piles.

Les cordes de suspension sont reliées horizontalement entre elles par une couronne de cordage située à deux mètres au-dessus de la nacelle.

Les engins d'arrêt pour la descente, guide-rope et corde d'ancre, sont attachés à cette couronne, qui a en outre pour but de répartir également la traction à la descente. Le gouvernail, formé d'une grande surface de soie non vernie, maintenue à sa partie inférieure par un bambou, y est aussi adapté à l'arrière.

Voici les poids des différentes parties de ce matériel :

	Kil.
Aérostat, avec ses soupapes	170
Housse, avec le gouvernail et les cordes de suspension	70
Brancards flexibles latéraux	34
Nacelle	100
Moteur, hélice et piles avec le liquide pour les faire fonctionner pendant 2 h. 30	280
Engins d'arrêt (ancres et guide-rope)	50
Poids du matériel fixe	704
Deux voyageurs avec instruments	150
Poids du lest enlevé	386
Poids total	1 240

Le moteur dont je vais parler à présent, se compose de trois parties distinctes :

1° D'un propulseur à deux palettes hélicoïdes de $2^m,85$ de diamètre, construit sur les plans de M. Victor Tatin;

2° D'une machine dynamo-électrique Siemens, nouveau type réduit à son minimum de poids;

3° D'une batterie de piles électriques légères au bichromate de potasse.

Le propulseur à deux palettes hélicoïdes, est formé d'un moyeu métallique, entièrement creux, dans lequel sont fixées deux longues tiges de bois de sapin, bien sec et de bonne qualité; ces tiges servent de support à des lattes préalablement gauchies suivant épure géométrique; les rebords extérieurs sont en rotin mince; les palettes,

recouvertes de soie vernie à la gomme laque, sont maintenues à l'état de fixité à l'aide de tendeurs en fil d'acier. Cette hélice, qui a été confectionnée avec beaucoup de soins, ne pèse que 7 kilogrammes.

La machine dynamo-électrique a été construite sur un nouveau modèle par la maison Siemens, de Paris, dont le directeur, M. Georges Boistel, ingénieur des arts et manufactures, a bien voulu m'apporter son concours avec la plus gracieuse obligeance.

On compte dans cette machine, dont les pièces de montage sont en acier fondu, 56 faisceaux sur la bobine et 4 électros dans le circuit. La bobine est très longue par rapport au diamètre. Les balais, maintenus parallèles, sont montés à calage variable. Toutes les pièces accessoires ont été réduites à leur minimum de volume et de poids, et le mécanisme est monté sur un châssis de bois à jour. L'appareil pèse 55 kilogrammes, et peut fournir un travail effectif de 100 kilogrammètres (1).

La batterie électrique, que l'on peut appeler le générateur de l'aérostat à hélice, est formée de quatre auges d'ébonite à six compartiments, formées de 24 couples zinc et charbon.

Chaque compartiment formant un élément de pile, renferme, montés sur des tiges de cuivre plombé, 11 charbons minces (de $0^m,150$ de hauteur sur $0^m,080$ de largeur et $0^m,003$ d'épaisseur) et 10 zincs un peu plus petits placés alternativement les uns à côté des autres. — Les zincs sont tenus, à leur partie supérieure, dans des pinces flexibles qui permettent de les renouveler facilement après chaque expérience ; ces zincs ont $0^m,0015$ d'épaisseur pour faire fonctionner la pile pendant trois heures. Ils doivent être parfaitement amalgamés. Chaque compartiment est muni, à sa partie inférieure, d'un mince tube d'ébonite qui communique à un conduit latéral, relié par l'intermédiaire d'un tube de caoutchouc à un grand seau d'ébonite très léger, contenant la solution acide de bichromate de potasse. Quand on lève le seau à l'aide d'une cordelette passant dans des moufles, au-dessus du niveau de la batterie, celle-ci se remplit par le principe des vases communiquants, le liquide agit sur les zincs, le courant passe ; quand on baisse le seau au-dessous, le liquide y rentre par le tube de caoutchouc, la pile se vide et cesse de fonctionner. On voit que, par ce système, les piles communiquent entre elles, mais uniquement par des conduits étroits : la résistance du liquide est assez grande pour que cette communication n'ait aucune influence sur le débit, quoique les éléments soient montés en tension. Dans la nacelle de l'aérostat électrique, il y a 4 batteries semblables, soit 24 éléments montés en tension, alimentés par quatre seaux d'ébonite contenant chacun 30 litres de la dissolution de bichromate de potasse.

---

(1) La nouvelle machine Siemens a été essayée dans les ateliers de *Force et Lumière*, avec l'aimable concours de MM. Hospitalier et Raffard ; on a reconnu qu'elle pouvait fournir un travail effectif de 100 kilogrammètres mesurés au frein.

La batterie est arrimée dans la nacelle, qui a $1^m,90$ de longueur et $1^m,45$ de largeur, de manière à occuper le moins de place possible. Deux auges d'ébonite, formant 12 éléments, sont placées transversalement à $0^m,35$ du fond de la nacelle, et les deux autres se trouvent fixées à $0^m,15$ au-dessus ; ces auges sont placées sur des traverses de bois et consolidées par des fils tendeurs ; les réservoirs d'ébonite des deux angles postérieurs de la nacelle alimentent les piles du haut, les deux autres réservoirs de la batterie alimentent les piles inférieures. Un espace libre est réservé entre les quatre seaux

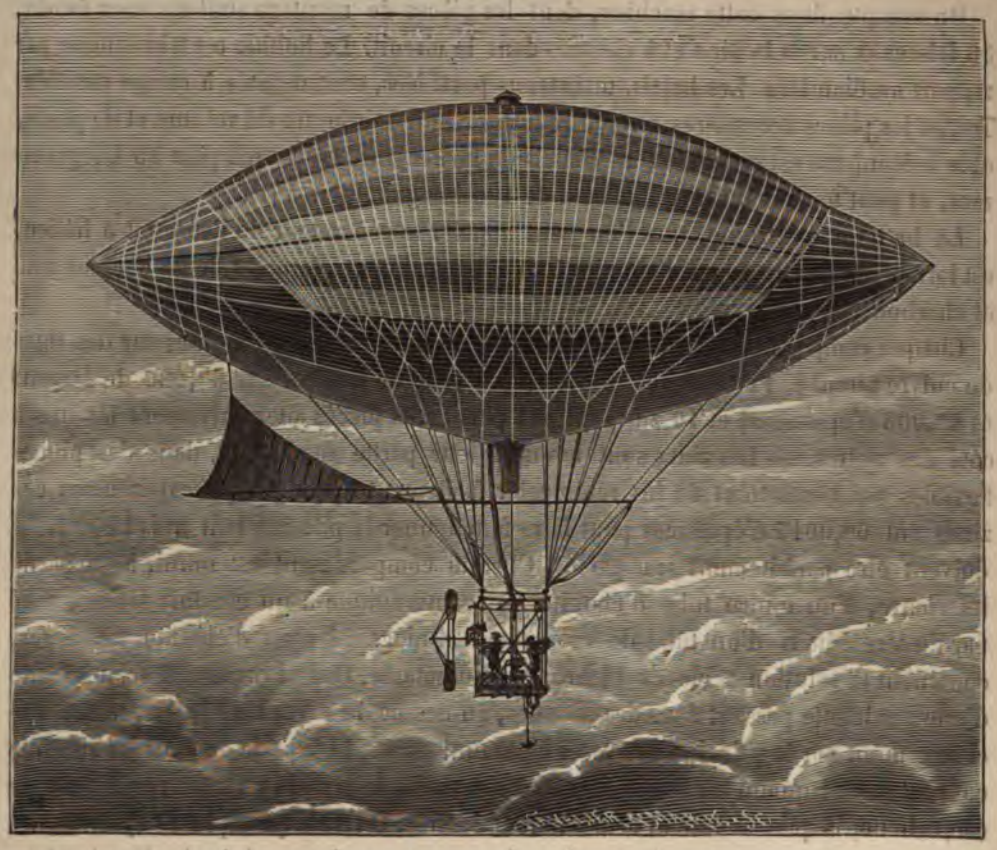


Fig. 3. — Premier essai de l'aérostat dirigeable électrique, le 8 octobre 1883 (500 mètres d'altitude.)

pour l'opérateur, qui peut tout faire fonctionner lui-même, ayant sous la main les cordelettes pour lever les seaux, les crochets pour fixer ces cordelettes à hauteur voulue, le commutateur à godet de mercure pour faire passer le courant et les cordes du gouvernail de l'aérostat.

La dissolution de bichromate de potasse employée pour faire fonctionner la pile, est très concentrée et très acide ; elle est versée dans les seaux à une température de 35 à 40 degrés.

Depuis la fin de septembre, l'appareil à gaz étant prêt à fonctionner, l'aérostat était

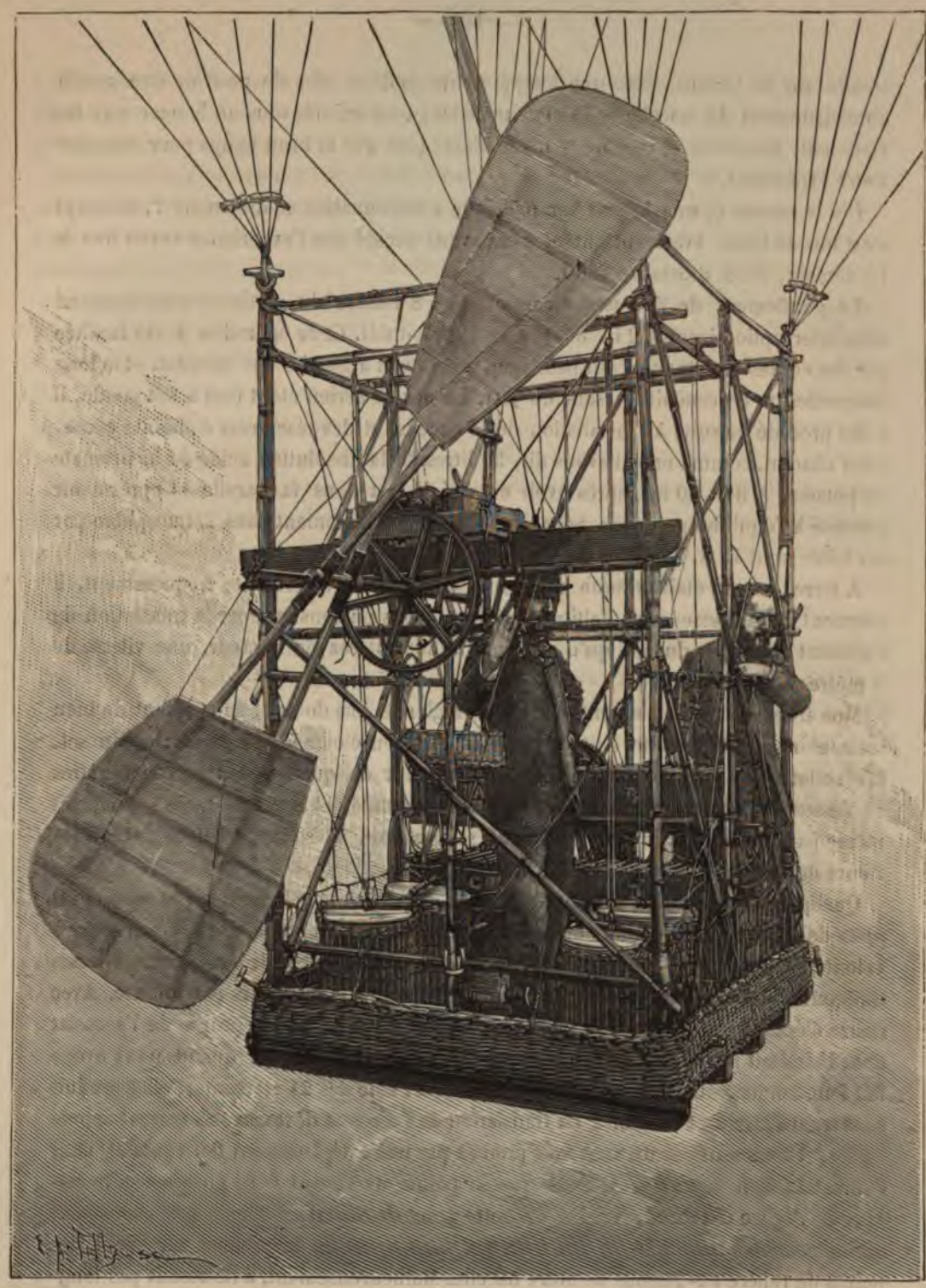


Fig. 4 — La nacelle du premier aérostat électrique à hélice vue du côté du propulseur, à l'arrière.

étendu sur le terrain, sous une longue tente mobile, afin de pouvoir être gonflé immédiatement. La nacelle et le moteur étaient tout arrimés sous un hangar qui les contenait. Mon frère et moi nous n'attendions plus que le beau temps pour exécuter notre expérience.

Dès le samedi 6, une hausse barométrique a été signalée ; le dimanche 7, le temps s'est mis au beau, avec vent faible, nous avons décidé que l'expérience aurait lieu le lendemain, lundi 8 octobre 1883.

Le gonflement de l'aérostat a commencé à 8 heures du matin et a été continué sans interruption jusqu'à 2 h. 30 m. de l'après-midi. Cette opération a été facilitée par des cordes équatoriales qui pendaient à droite et à gauche de l'aérostat, et le long desquelles on descendait les sacs de lest. Le navire aérien étant tout à fait gonflé, il a été procédé de suite à l'installation de la nacelle et des réservoirs d'ébonite contenant chacun, comme nous l'avons dit, 30 litres de la dissolution acide de bichromate de potasse. A 3 h. 20 m., après avoir entassé le lest dans la nacelle et après avoir procédé à l'équilibrage, nous nous sommes élevés lentement dans l'atmosphère par un faible vent E. S. E.

A terre, le vent était presque nul, mais comme cela se présente fréquemment, il augmentait de vitesse avec l'altitude et nous avons pu constater par la translation de l'aérostat au-dessus du sol, qu'il atteignait à 500 mètres de hauteur, une vitesse de 3 mètres à la seconde.

Mon frère était spécialement occupé à régler le jeu de lest, dans le but de bien maintenir l'aérostat à une altitude constante et peu éloignée de la surface du sol. L'aérostat a très régulièrement plané à une hauteur de quatre ou cinq cents mètres au-dessus de la terre ; il est resté constamment gonflé, et le gaz en excès s'échappait même par la dilatation, en ouvrant, sous sa pression, la soupape automatique inférieure dont le fonctionnement a été très régulier.

Quelques minutes après le départ, j'ai fait fonctionner la batterie de piles au bichromate de potasse. Un commutateur à mercure nous permet de faire fonctionner à volonté six, douze, dix-huit ou vingt-quatre éléments et d'obtenir ainsi quatre vitesses différentes de l'hélice, variant de soixante à quatre-vingts tours par minute. Avec douze éléments en tension, nous avons constaté que la vitesse propre de l'aérostat dans l'air était insuffisante, mais au-dessus du bois de Boulogne, quand nous avons fait fonctionner notre moteur à grande vitesse, à l'aide des 24 éléments, l'effet produit s'est trouvé être tout différent. La translation de l'aérostat devenait subitement appréciable, et nous sentions un vent frais produit par notre déplacement horizontal. Quand l'aérostat faisait face au vent, alors que sa pointe de l'avant était dirigée vers le clocher de l'église d'Auteuil, voisine de notre point de départ, il tenait tête au courant aérien et restait immobile, ce que nous pouvions constater en prenant sur le sol des points de repère au-dessous de notre nacelle. Malheureusement, il ne restait pas longtemps dans cette position favorable, et quand il avait bien fonctionné pendant quel-

ques instants, il se trouvait soumis, tout à coup, à des mouvements giratoires que le jeu du gouvernail était impuissant à maîtriser complètement. Malgré ces rotations que nous trouverons le moyen d'éviter dans des expériences ultérieures, nous avons recommencé la même manœuvre pendant plus de vingt minutes, ce qui nous a permis de stationner sensiblement au-dessus du bois de Boulogne.

Quand nous avons essayé de nous déplacer en coupant le vent dans une direction perpendiculaire à la marche du courant aérien, le gouvernail se gonflait comme une voile et les rotations se produisaient avec beaucoup plus d'intensité. Nous estimons, d'après ces faits, que la position que doit occuper un navire aérien doit être telle que son grand axe ne fasse avec la ligne du vent qu'un angle de quelques degrés.

Après avoir procédé aux expériences que nous venons de décrire, nous avons arrêté le moteur, et l'aérostat a passé au-dessus du Mont-Valérien. Une fois qu'il eut bien pris l'allure du vent, nous avons recommencé à faire tourner l'hélice, en marchant cette fois dans le sens du courant aérien; la vitesse de translation de l'aérostat était accélérée; par l'action du gouvernail nous obtenions facilement alors des déviations à gauche et à droite de la ligne du vent. Nous avons constaté ce fait en prenant, comme précédemment, des points de repère sur le sol; plusieurs observateurs l'ont d'ailleurs vérifié, à la surface du sol (1).

A 4 h. 35 m., nous avons opéré notre descente dans une grande plaine qui avoisine Croissy-sur-Seine; les manœuvres de l'atterrissage ont été exécutées par mon frère avec un plein succès. Nous avons laissé l'aérostat électrique gonflé toute la nuit et le lendemain, il n'avait pas perdu la moindre quantité de gaz; il était aussi bien gonflé que la veille. Peintres, photographes ont pu prendre l'aspect de notre navire aérien au milieu d'une foule nombreuse et sympathique que la nouveauté du spectacle avait attirée de toutes parts.

Nous aurions voulu recommencer le jour même une nouvelle ascension; mais le froid de la nuit avait déterminé la cristallisation du bichromate de potasse dans nos réservoirs d'ébonite, et la pile, qui était loin d'être épuisée, se trouvait cependant ainsi hors d'état de fonctionner. Nous avons fait conduire l'aérostat à l'état captif sur le rivage de la Seine, près du pont de Croissy, et là, à notre grand regret, nous avons dû procéder au dégonflement, et perdre, en quelques instants, ce gaz que nous avions mis tant de soins à préparer.

Nous avons été aidés, dans toutes ces opérations, avec la plus aimable obligeance par la population de la localité et par plusieurs propriétaires des villas voisines.

---

(1) Quoique les difficultés d'une première expérience ne nous aient pas laissé le loisir de prévenir de notre ascension toutes les personnes que nous aurions voulu inviter, nous avions à notre départ un grand nombre de spectateurs. Parmi ceux-ci, M. Ch. Tellier nous a affirmé que, de terre, en prenant le sommet d'un arbre comme point de repère, il a vu *par moments*, l'aérostat électrique *remonter le courant aérien* à vent contraire.

Sans entrer dans de plus longs détails au sujet de notre retour (1), nous pouvons conclure de cette première expérience :

Que l'électricité fournit à l'aérostat un moteur des plus favorables, et dont le maniement dans la nacelle est d'une incomparable facilité ;

Que dans le cas particulier de notre aérostat électrique, quand notre hélice de 2^{m},80 de diamètre tournait avec une vitesse de 180 tours à la minute, avec un travail effectif de 100 kilogrammètres, nous arrivions à tenir tête à un vent de 3 mètres à la seconde, et en descendant le courant à nous dévier de la ligne du vent avec une grande facilité ;

Que le mode de suspension d'une nacelle à un aérostat allongé, par des sangles obliques maintenues au moyen de brancards latéraux flexibles, assure une stabilité parfaite au système.

Nous devons ajouter que notre ascension du 8 octobre ne doit être considérée que comme une expérience d'essai préliminaire qui sera renouvelée avec les améliorations que comporte notre matériel. Nous ferons observer surtout que nous avions dans la nacelle un excès considérable de lest et qu'il nous sera facile, dans la suite, d'employer un moteur beaucoup plus puissant.

La navigation aérienne ne sera pas créée en une seule fois ; elle nécessite des essais nombreux, des efforts multiples, et une persévérance à toute épreuve.

Les résultats seraient beaucoup plus satisfaisants, si l'on employait un aérostat beaucoup plus grand. Les surfaces ne croissant pas avec les volumes, on aurait avantage à construire des ballons gigantesques qui pourraient être munis de machines très puissantes, et avoir une vitesse propre assez considérable pour remonter des courants aériens de force moyenne, mais les dépenses que nécessiterait un tel matériel no pourraient être faites que par des Sociétés ou par l'État.

Nous avons dû borner notre ambition, mon frère et moi, à nous efforcer avec notre aérostat de 1 000 mètres cubes de donner une démonstration de direction par temps calme, et nous nous félicitons d'avoir été les premiers à associer, même en petit, ces deux puissances de l'avenir : la navigation aérienne et l'électricité.

---

(1) Nous dirons ici que notre matériel a pu être ramené à Paris sans que rien absolument ait subi la moindre avarie ; grâce à un mode spécial de fermeture de nos réservoirs d'ébonite, pas une goutte de liquide n'a été répandue dans la nacelle, et pas un seul charbon mince de la pile n'a été cassé.

Nouvel appareil de M. Gaston Tissandier pour la fabrication du gaz hydrogène.

Le gaz hydrogène bien préparé a une force ascensionnelle de 1 180 grammes par mètre cube ; le gaz de l'éclairage en a une qui, sous le même volume, atteint seulement 730 à 740 grammes. Ces chiffres suffisent pour montrer l'avantage que présente, au point de vue aérostatique, le premier gaz sur le second.

Si la production en grand de l'hydrogène intéresse les aéronautes, elle n'est pas sans offrir quelque importance, au point de vue des laboratoires de chimie, construits loin des usines à gaz, et de certaines industries de luxe qui font usage du chalumeau à gaz oxhydrogène pour la fusion des métaux ; c'est à ces titres différents que nous donnerons ici une description assez détaillée de notre nouvel appareil.

Cet appareil est construit sur un principe analogue à celui que notre regretté maître et ami Giffard avait installé, en 1878, dans la cour des Tuileries pour le gonflement de son grand ballon captif à vapeur ; mais il en diffère considérablement dans les détails, et dans le mode de construction. L'hydrogène dans notre appareil, comme dans celui de M. Giffard, se produit par la décomposition de l'eau sous l'influence du fer et de l'acide sulfurique, mais au lieu d'employer un générateur unique de grand volume fait en tôle garnie intérieurement de feuilles de plomb épaisses, d'un prix très élevé, j'ai fait usage de tuyaux Doulton en terre de Londres, de ceux-là même dont on se sert habituellement pour les conduites d'eau. Ces tuyaux résistent très bien à l'action des acides, même à chaud : en les superposant verticalement, et en les soudant les uns avec les autres à l'aide d'un mastic spécial, il est possible de s'en servir pour faire des réservoirs cylindriques de grand volume et d'un prix beaucoup moindre que celui de réservoirs métalliques. Après avoir fait des essais sur des tuyaux de petite dimension, j'ai construit un générateur, formé de huit tuyaux Doulton, de $0^m,45$ de diamètre intérieur et de $0^m,76$ de hauteur. On obtient ainsi une colonne de plus de 6 mètres de hauteur capable de contenir 1 000 kilogrammes de tournure de fer tamisée. Quatre générateurs distincts sont capables de produire un volume considérable de 300 mètres cubes de gaz hydrogène à l'heure, c'est-à-dire d'opérer la dissolution de 1 000 kilogrammes de fer, dans 1 500 kilogrammes d'acide sulfurique étendu de trois fois son volume d'eau.

Les quatre générateurs sont identiques ; il nous suffira donc d'en décrire isolément un seul. C'est ce que nous allons faire aussi succinctement que possible en reportant le lecteur à la coupe représentée dans la figure ci-contre. Le générateur formé de tuyaux en grès Doulton, est figuré en G (fig. 4) ; le cylindre est fermé à sa partie inférieure par une maçonnerie de briques faite à chaud avec un ciment de soufre fondu additionné de

résine, de suif et de verre pilé. Ce même ciment a été employé pour garnir les joints des tuyaux et les souder les uns avec les autres. Le tuyau de grès inférieur, que nous appellerons le n° 1, le tuyau n° 4 et le tuyau n° 6, en comptant de bas en haut, sont des tuyaux à deux tubulures qui permettent de ramifier à l'appareil les tubes plus étroits servant : à l'entrée dans l'appareil de l'eau additionnée d'acide sulfurique, à la sortie du liquide chargé de sulfate de fer après la réaction opérée, et au dégagement du gaz hydrogène formé.

Le générateur étant rempli de tournure de fer, l'eau additionnée d'acide sulfurique

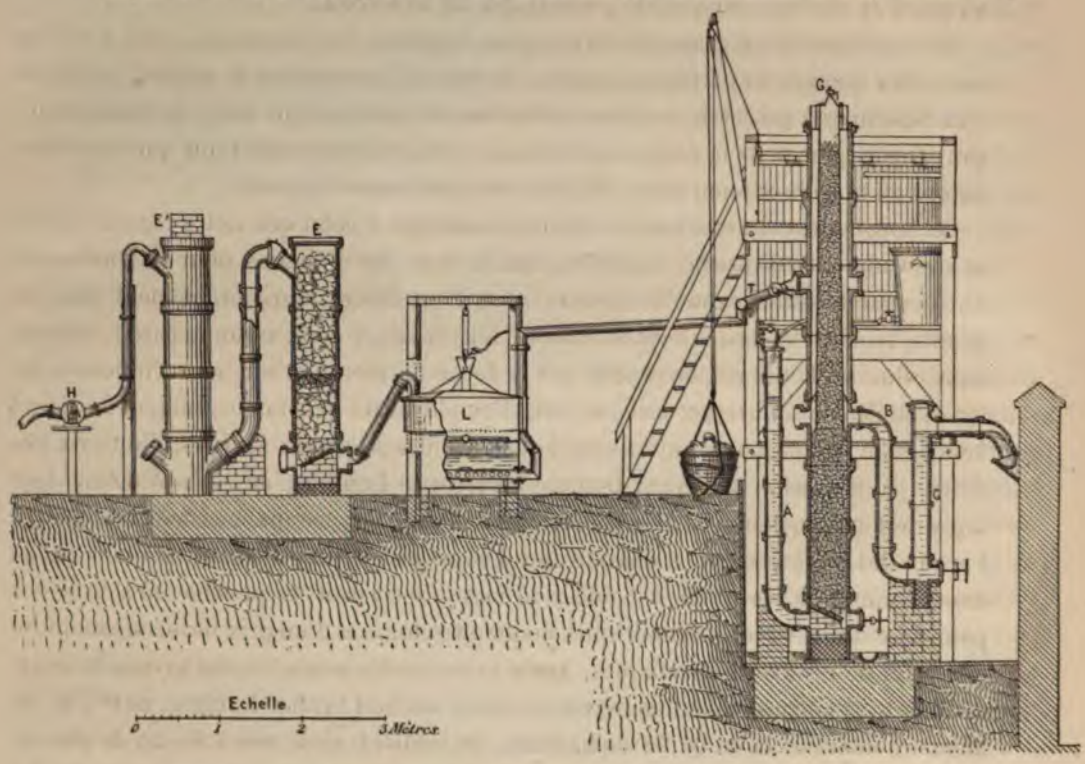


Fig. 5. — Grand appareil à gaz hydrogène de l'atelier aérostatique d'Auteuil.

arrive par le tuyau A, et pénètre à la partie inférieure du récipient. Le liquide traverse un double fond percé de trous, et il s'élève à travers une colonne de tournure de fer, qui se dissout peu à peu; le fer sous l'action de l'acide sulfurique décompose l'eau dont il fixe l'oxygène; il se forme ainsi du sulfate de fer et un abondant dégagement de gaz hydrogène. Ce gaz se dégage par le tuyau T; le liquide chargé de sulfate de fer s'écoule en B par le tuyau B C en forme d'U, et arrive dans un caniveau qui le mène directement à l'égout (1). L'écoulement de l'eau chargée d'acide sulfurique étant

(1) On peut recueillir le liquide chargé de sulfate de fer et faire cristalliser ce sel qui a une

continu, la production de l'hydrogène est également continue, au fur et à mesure que le fer se dissout dans la partie inférieure du générateur, il est sans cesse renouvelé par la réserve contenue dans la partie supérieure du tuyau. Cette réserve de fer qui alimente le générateur, est placée dans un tube supérieur métallique, légèrement tronconique : la partie inférieure de ce tube est en cuivre plombé et elle pénètre de quelques centimètres dans le liquide où se produit la réaction ; la dissolution de sulfate de fer en s'échappant en B, n'entraîne pas ainsi de tournure de fer.

Le générateur à sa partie supérieure est bouché à l'aide d'une fermeture hydraulique qui, en cas d'obstruction, forme soupape de sûreté. Notre appareil, comme nous l'avons dit, comprend quatre générateurs qui peuvent à volonté fonctionner ensemble ou isolément; il est facile de les séparer du circuit de tuyaux de dégagement, à l'aide de robinets de $0^m,08$ de diamètre intérieur; on peut ainsi remettre de la tournure de fer dans un générateur, procéder à son nettoyage en cas d'obstruction des tuyaux, etc., sans interrompre la production des trois autres générateurs.

Le gaz hydrogène, produit par une réaction énergique, se dégage avec des torrents de vapeur d'eau; il est en outre légèrement acide : il faut le refroidir et le laver. Notre laveur, presque entièrement semblable à celui de M. Giffard, est représenté en L; le gaz arrive à la partie inférieure d'une masse d'eau sans cesse renouvelée par un écoulement continu; il traverse le liquide en se divisant à travers un grand nombre de tubes, percés de trous, ramifiés au tuyau adducteur; après s'être lavé, le gaz traverse deux épurateurs EE' remplis de soude caustique, et de chlorure de calcium (1); il passe enfin à travers un globe de verre H contenant un hygromètre et un thermomètre qui indiquent si le gaz est bien desséché et bien refroidi. Dans ces conditions, nous obtenons un gaz presque complètement sec ayant une force ascensionnelle de 1 190 grammes par mètre cube, chiffre qui n'avait jamais été obtenu dans les préparations aérostatiques faites en grand. Après avoir traversé la cloche de verre H, contenant un hygromètre et du papier de tournesol, le gaz arrive dans l'aérostat par l'intermédiaire d'un tuyau de gonflement.

Les quatre générateurs de notre appareil sont alimentés du liquide acide qui les fait

---

certaine valeur commerciale, mais il faudrait encore à cet effet disposer de grands réservoirs, évaporer les eaux, etc.; les frais d'installation, pour une production faite à de rares intervalles, dépasseraient de beaucoup le faible bénéfice que l'on pourrait retirer de la vente du sulfate de fer.

(1) Dans les appareils précédemment construits, on a toujours fait usage de la chaux vive pour sécher le gaz hydrogène. Cette substance offre un grand inconvénient; en absorbant l'humidité, elle se délite, elle se gonfle et se transforme en une poussière très ténue qui peut boucher les tuyaux ou être entraînée avec le gaz dans l'aérostat, dont elle brûle le tissu. Le chlorure de calcium est d'un excellent emploi; nous y avons ajouté de la soude caustique, afin que le gaz soit rendu alcalin; s'il était encore quelque peu chargé d'acide sulfurique, il pourrait donner naissance, avec le chlorure de calcium, à des traces d'acide chlorhydrique qui seraient très nuisibles.

fonctionner, par de grands réservoirs de 8 mètres cubes; ce sont des cuviers de bois très épais, munis à leur partie inférieure de quatre robinets en terre Doulton permettant d'alimenter à la fois les quatre générateurs.

Chacun de ces réservoirs peut contenir 30 touries d'acide sulfurique à 53° ou 3 000 kilogrammes, délayés dans 6 000 kilogrammes d'eau ordinaire. Il y a là, dans chaque cuvier, une réserve capable de fournir à la production de 350 à 400 mètres de gaz hydrogène. Pendant que l'un des cuviers se déverse dans les quatre générateurs, l'autre cuvier peut être rempli, et ainsi de suite alternativement.

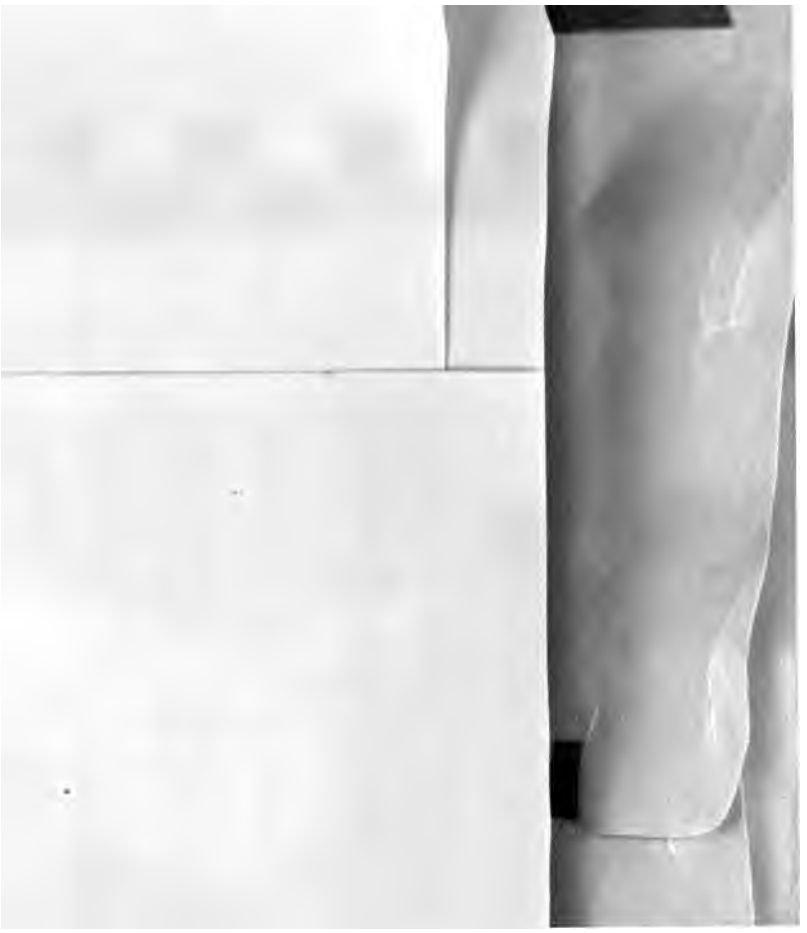
Les générateurs sont enveloppés d'une solide charpente, munie d'une plate-forme supérieure où l'on peut faire monter, à l'aide d'une moufle, les touries d'acide sulfurique et les sacs de tournure de fer nécessaires à l'alimentation de l'appareil.

PLANCHE :

Aérostat électrique à hélice conduit dans les airs le 8 *octobre* 1883.

Vue latérale. — Vue en dessous. — Détails de la nacelle.
(Dessiné par M. Albert Tissandier.)

PARIS. — IMPRIMERIE JULES TREMBLAY, RUE DE L'ÉPERON, 5;
MADAME VEUVE TREMBLAY, NÉE BOUCHARD-HUZARD, SUCCESSEUR.



L'AÉROSTAT DIRIGEABLE ÉLECTRIQUE AMARRÉ A CROISSY-SUR-SEINE LE LENDEMAIN DE L'ATTERRISSAGE (9 octobre 1883).
(*D'après une photographie.*)

TL654
T55A5

COLUMBIAN NATURAL CLASP NO. 90N
PAT. 1,290,083 PAT. 1,593,048
THE UNITED STATES ENVELOPE CO. SPRINGFIELD, MASS.
9 × 12